



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΒΕΣ 04: ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ  
Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007, Χειμερινό Εξάμηνο

Εργαστηριακή Άσκηση 1: Κωδικοποίηση Ήχου κατά PCM και Συμπίεση DPCM

27 Νοεμβρίου 2007

I. Κωδικοποίηση με το νόμο  $\mu$

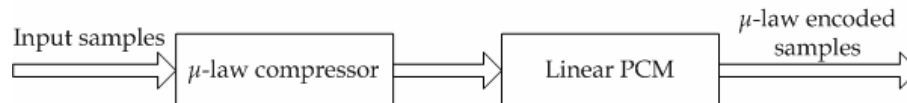
Σας δίνονται δύο ήχοι ο ένας είναι ομιλία (*voice-audio.wav*) ψηφιοποιημένος με συχνότητα δειγματοληψίας 22050 δείγματα/sec και κωδικοποίηση 8 bits/δείγμα, και ο άλλος μουσική (*music-audio.wav*) ψηφιοποιημένος με συχνότητα δειγματοληψίας 44100 δείγματα/sec και κωδικοποίηση 16 bits/δείγμα.

(Μπορείτε να κατεβάσετε τα δύο αρχεία ήχου από:

<http://eclass.uop.gr/TST128/document/assignments/voice-audio.wav> και

<http://eclass.uop.gr/TST128/document/assignments/music-audio.wav>)

- Χρησιμοποιείστε την εντολή *wavread* για να φορτώσετε τους ήχους στο χώρο εργασίας της Matlab. Στη συνέχεια απεικονίστε τους δύο ήχους με την εντολή *plot* (το αρχείο μουσικής είναι στερεοφωνικό. Κρατήστε μόνο το ένα από τα δύο κανάλια). Τι παρατηρείτε σε σχέση με τη μορφή που έχει ένα ηχητικό σήμα φωνής και ένα ηχητικό σήμα μουσικής;
- Ακούστε τους ήχους χρησιμοποιώντας την εντολή *sound*. Δοκιμάστε να ακούσετε τους ήχους χρησιμοποιώντας λανθασμένες συχνότητες δειγματοληψίας. Τι παρατηρείτε;
- Με χρήση της εντολής *hist* δημιουργήστε τα ιστογράμματα των δύο ήχων (υπολογίστε τα ιστογράμματα στο διάστημα [-1 1] και με βήμα 0.01) και συγκρίνετε τα. Τι παρατηρείτε;
- Με χρήση της εντολής *diff* υπολογίστε τις διαφορές ανάμεσα σε γειτονικά δείγματα (για κάθε ήχο ξεχωριστά). Απεικονίστε και συγκρίνετε τα διανύσματα των διαφορών. Ποιος από τους δύο ήχους μπορεί να συμπεστεί καλύτερα με την τεχνική DPCM;
- Δημιουργήστε ένα m-file το οποίο εφαρμόζει κωδικοποίηση PCM στους ήχους με χρήση μη γραμμικής κβάντισης (νόμος  $\mu$  -  $\mu$ -law) σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί. Χρησιμοποιείστε τις εντολές *quantizer*, *num2bin*, *bin2num*,  $\mu = 100$  και κβαντιστή με μήκος λέξης  $N = 8$  bits.

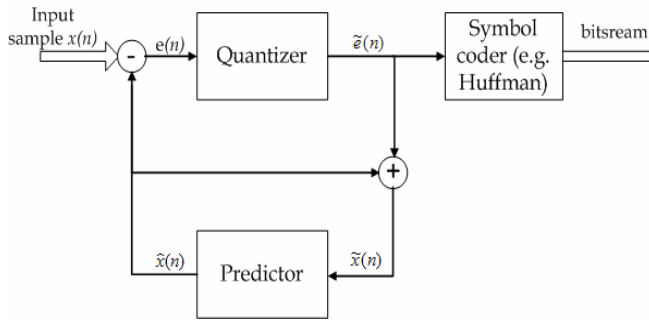


Σχήμα 1: Συμπεστές PCM νόμου  $\mu$ .

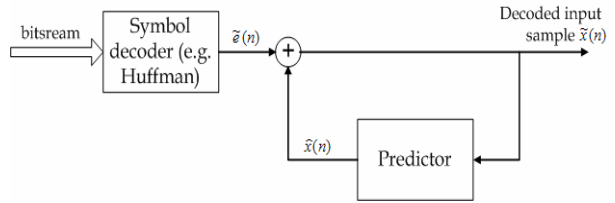
- Αφού συμπίεσετε το αρχείο μουσικής συγκρίνετε τον αρχικό ήχο με τον αποσυμπεσμένο κατά PCM. Υπολογίστε το SQNR (Signal to Quantize Noise Ratio) εξαιτίας του κβαντισμού.
- Ακούστε τον αποσυμπεσμένο ήχο. Παρατηρείτε κάποια αντιληπτή διαφορά σε σχέση με τον αρχικό;

## II. Κωδικοποίηση DPCM

Στο παρακάτω σχήμα δίνονται τα διαγράμματα κωδικοποιητή και αποκωδικοποιητή DPCM.



Σχήμα 2: Κωδικοποιητής DPCM



Σχήμα 3: Αποκωδικοποιητής DPCM

(1) Θεωρώντας ότι

- ο προβλέπτης περιγράφεται από τη σχέση:  $\hat{x}(n) = \frac{\tilde{x}(n-1) + \tilde{x}(n-2)}{2}$
- ο κβαντιστής είναι γραμμικός με μήκος λέξης  $N = 8$  bits (χρησιμοποιείστε τις εντολές *quantizer*, *num2bin*, *bin2num* της Matlab),
- η διακύμανση του σήματος εισόδου είναι  $x(n) \in [-1, 1]$ ,
- οι αποκωδικοποιημένες τιμές της εισόδου για τις χρονικές στιγμές -1 και 0 είναι  $\tilde{x}(-1) = \tilde{x}(0) = 0$

να συμπληρώσετε τον κατωτέρω πίνακα.

$n$	$x(n)$	$\hat{x}(n)$	$e(n)$	$\tilde{e}(n)$	$\tilde{x}(n)$	Codeword
1	0.0118					
2	0.0863					
3	0.0472					
4	0.2824					
5	0.4000					
6	0.3216					
7	0.1647					
8	-0.0314					
9	-0.1882					
10	-0.2667					

- (2) Συγκρίνετε τις πραγματικές τιμές  $x(n)$  και τις κωδικοποιημένες τιμές  $\tilde{x}(n)$  και υπολογίστε το μέγιστο σφάλμα εξαιτίας της κωδικοποίησης (κβαντισμού)
- (3) Δημιουργήστε ένα m-file το οποίο εφαρμόζει κωδικοποίηση DPCM στους ήχους του ερωτήματος I.(a) με χρήση του ανωτέρω προβλεπτικού μοντέλου.

### Ζητούμενα

- (1) Γραπτή αναφορά με σαφείς απαντήσεις στα ερωτήματα I.(a)-I.(d), I.(f)-I.(g), II.(1), II.(2), III.(1), III.(2)
- (2) Τα m-files των ερωτημάτων I.(e) και II.(3)

Όλα τα ζητούμενα υποβάλλονται ηλεκτρονικά διαμέσου του ιστοτόπου του μαθήματος (e-class Πανεπιστημίου Πελοποννήσου <http://eclass.uop.gr>).